

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-7118

(43) 公開日 平成9年(1997)1月10日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/31		9058-5D 9058-5D	G 1 1 B 5/31	F A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-178181

(22) 出願日 平成7年(1995)6月21日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 柳生 慎悟

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
日本ビクター株式会社内

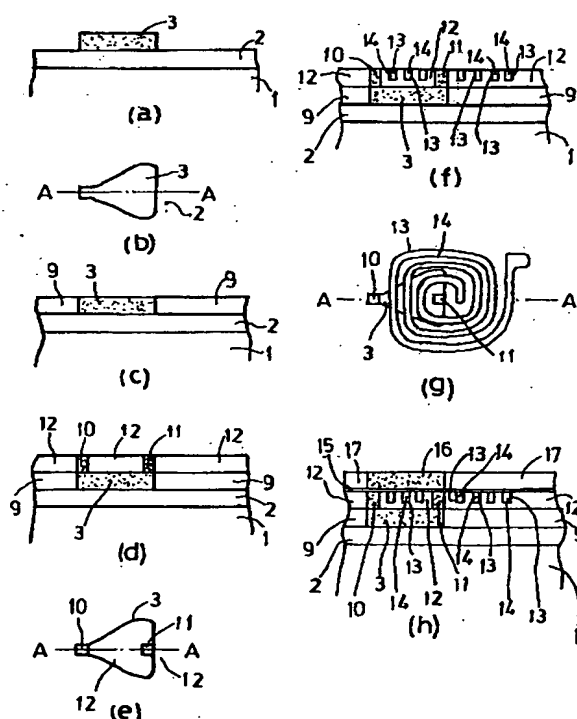
(74) 代理人 弁理士 今間 孝生

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 製作時における加熱工程を経ても、膜剥離、基板割れ、磁性膜の磁気特性の劣化等が生じない薄膜磁気ヘッドを提供する。

【構成】 下部磁気コア3と上部磁気コア16との一端部に磁気空隙を構成させるための中間磁気コア10と、他端部の結合磁路11と、前記の結合磁路11の位置を巻回中心とし、上部、下部の両磁気コア3、16間の空間を少なくとも含む空間部内に、所定コイルパターンのコイル14が非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に埋設された状態となるように導電体材料が充填される溝13が設けられるコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12の材料として、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料を用い、前記の非磁性の無機絶縁材料薄膜12以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜2、9、15、17としてはAl₂O₃を用い、全体の内部応力を小さくし、また薄膜磁気ヘッドの製作時の加熱工程を経ても、膜剥離、基板割れ、磁性膜の磁気特性の劣化等の問題が生じないようにする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性体材料製基板上に、下部磁気コアと、上部磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの一端部に磁気空隙を構成させるために設けた中間磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの他端部を接続する結合磁路と、前記の結合磁路の位置を巻回中心位置として、前記した上部、下部の両磁気コア間の空間を少なくとも含んでいる空間部内に、所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜中に埋設された状態に設けられる状態となるように、導電体材料が充填されることにより所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜中に構成されるような溝を備えていて SiO₂ を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜と、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜とが積層して構成された薄膜磁気ヘッドにおいて、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜として、膜内部応力が前記した SiO₂ を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜の膜内部応力に比べて小さく、また、弗素系のエッチングガスによるリアクティブイオンエッチング時のエッチング速度が、前記した SiO₂ を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜のエッチング速度に比べて小さく、かつ、熱膨脹係数が前記した SiO₂ を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜の熱膨脹係数よりも非磁性体材料製基板の熱膨脹係数に近い値を示す非磁性の無機絶縁材料薄膜を用いて構成したことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 非磁性体材料製基板上に、下部磁気コアと、上部磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの一端部に磁気空隙を構成させるために設けた中間磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの他端部を接続する結合磁路と、前記の結合磁路の位置を巻回中心位置として、前記した上部、下部の両磁気コア間の空間を少なくとも含んでいる空間部内に、所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜中に埋設された状態に設けられる状態となるように、導電体材料が充填されることにより所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜中に構成されるような溝を備えていて SiO₂ を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜と、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜とが積層して構成された薄膜磁気ヘッドにおいて、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜として、Al₂O₃ を用いて構成したことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は薄膜磁気ヘッドに関する。

2

【0002】

【従来の技術】 磁気記録再生方式は、記録媒体に対する情報信号の記録と、記録媒体からの情報信号の再生とを極めて容易に行なうことができるために、多くの技術分野における情報信号の記録再生の手段として広く採用されている。ところで、磁気記録媒体に対する情報信号の高密度記録化の要望が強まるのに伴い、例えば磁気記録再生装置の各構成部分の機械精度を上げるとともに、記録再生に使用される磁気ヘッドとしても、トラック巾の狭いものが用いられるようになった。前記のように高密度記録再生に際して、極めて狭い記録跡巾の記録跡となるように情報信号を記録したり、記録跡から情報信号を再生したりするために用いられる磁気ヘッドとしては、例えばフォトリソグラフィ法や各種の成膜技術を適用して、各構成部材相互間の電気的な絶縁が非磁性の無機絶縁材料薄膜で施されるような状態で、基板上に、下部磁気コア、非磁性材料の絶縁薄膜、導電材料の薄膜によるコイルパターン、非磁性材料の絶縁薄膜、上部磁気コア、非磁性材料の絶縁薄膜等を順次に積層して作られる周知構成の薄膜磁気ヘッドが、例えば、固定ディスク駆動装置（HDD）における浮上型の磁気ヘッドとして、従来から広く実用されて来ている他、薄膜磁気ヘッドを VTR 用の回転磁気ヘッドとして使用して、記録再生画像の高品位化、高密度記録再生の実現、等の諸要望を満たすことができる VTR を構成させようとする試みも行なわれるようになった。

【0003】 図 3 の（a）は従来の一般的な誘導型の薄膜磁気ヘッドの構成例を示す平面図、図 3 の（b）は、図 3 の（a）中の A-A 線位置における縦断面図であって、図 3 において 1 は基板、2 は基板 1 上に被着させた非磁性材料の無機絶縁薄膜による下地膜、3 は磁性材料によって形成された下部磁気コア、4 は磁気空隙（磁気ギャップ）であり、この磁気空隙 4 は磁気空隙寸法と対応する厚さの非磁性材料の無機絶縁薄膜によって構成されている。また 5、8 は非磁性材料の無機絶縁薄膜、6 は導電材料の薄膜によるコイルパターン、6 a、6 b はコイルの端部、7 は磁性材料によって形成された上部磁気コアである。なお図 3 においては、コイルの端部 6 a、6 b に接続される導電材料の薄膜による接続線や、図 3 中に示されている上部磁気コア 7 の上方部分等を被覆する絶縁薄膜による保護膜及び前記した絶縁薄膜による保護膜に設けられるスルーホール等の図示を省略してある。

【0004】 そして、図 3 に示す従来の一般的な誘導型の薄膜磁気ヘッドは、周知のように真空成膜技術とフォトリソグラフィ技術とエッチング手段とを適用して、各構成部材相互間の電気的な絶縁が絶縁膜を用いて行なわれているような状態で、基板 1 または非磁性材料の無機絶縁薄膜による下地膜 2 が被着されている基板 1 に、磁性材料の薄膜や導電材料の薄膜や非磁性材料の無機絶縁

3

薄膜等を、所定のパターン、所定の順序で、順次に積層することにより作られる。ところで、薄膜による各構成部材を順次に積層して行く際に、例えばコイルパターン6のように薄膜の厚さ方向に凹凸のある構成部材上へ、成膜技術によって薄膜を被着させた場合には、その薄膜の表面に、薄膜が被着された構成部材の凹凸の影響が現われる。

【0005】それで、導電材料の薄膜によるコイルパターン6上に、真空蒸着法やスパッタリング法のような真空成膜技術によって非磁性材料の無機絶縁薄膜8を構成させた場合には、前記の非磁性材料の無機絶縁薄膜8の表面には、導電材料の薄膜によるコイルパターン6の凹凸形状が現われるから、前記の非磁性材料の無機絶縁薄膜8の表面に、磁性材料の薄膜によって構成される上部磁気コア7にも凹凸形状が転写されることになる。前記のように、凹凸形状を示す面上に、軟磁気特性を示す磁性膜を形成させた場合には、前記した磁性膜の軟磁気特性、透磁率が著るしく低下してしまうために、必然的に薄膜磁気ヘッドの記録、再生特性を極端に低下させることになる。

【0006】図3を参照して既述した従来の一般的な誘導型の薄膜磁気ヘッドの問題点を解決しうる薄膜磁気ヘッドとして、例えば特開平3-58308号公報に開示されているように、下部磁気コアと、上部磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの一端部に磁気空隙を構成させるために設けた中間磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの他端部を接続する結合磁路と、前記の結合磁路の位置を巻回中心位置として、前記した上部、下部の両磁気コア間の空間を少なくとも含んでいる空間部内に、所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁薄膜中に設けた溝中に、導電体材料が充填されることにより構成されているような構成態様の誘導型の薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0007】図1及び図2は、本発明の薄膜磁気ヘッドの概略の製作工程を図示説明している図であるが、薄膜磁気ヘッドの構成部材の使用材料の違いを除けば、特開平3-58308号公報に開示された既提案の薄膜磁気ヘッドの概略の製作工程の説明にも使用できるので、以下、主として図1を参照して特開平3-58308号公報に開示された既提案の薄膜磁気ヘッドの概略の製作工程について記述すると次のとおりである。

【0008】図1の(a)は、非磁性材料製の基板1上に、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、非磁性の無機絶縁材料薄膜2を構成させた後に、前記の薄膜2上に、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により磁性膜を形成させ、次いで前記の磁性膜上に、例えばスピコート法によりフォトレジスト層を形成させ、前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用して、下部磁気コアの形状のマスクパターンをフォ

4

トレジスト層で形成させてから、前記の磁性膜におけるフォトレジスト層によって被覆されていない部分を、例えばイオンビームミリング等の手段の適用により除去して、前記の磁性膜によって薄膜2上に下部磁気コア3を形成させた状態を例示している。なお、図1の(a)は、図1の(b)によって示されている平面図におけるA-A線位置における縦断面図である。

【0009】次に、平面図が図1の(b)で示されるとともに縦断面図が図1の(a)で示されるような素材に対して、例えば真空成膜技術により、薄膜2上に形成されている下部磁気コア3が、非磁性無機絶縁材料によって埋設された状態にした後に、前記の非磁性無機絶縁材料における盛上がついている部分を研磨すると、下部磁気コア3が非磁性の無機絶縁材料薄膜9中に埋設された状態で、かつ、下部磁気コア3の上面が非磁性の無機絶縁材料薄膜9から露出している状態とされた図1の(c)に示すような素材が得られる。

【0010】次に、図1の(c)に示されている素材の面上に、真空成膜技術により磁性膜を形成させ、次いで前記の磁性膜上に、例えばスピコート法によりフォトレジスト層を形成させた後に、前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用して、中間磁気コア10、11の形状のマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、前記の磁性膜におけるフォトレジスト層によって被覆されていない部分を、例えばイオンビームミリング等の手段の適用により除去して、前記の磁性膜によって下部磁気コア3の両端に中間磁気コア10、11を形成させた後に、例えば真空成膜技術により、下部磁気コア3の両端の中間磁気コア10、11が、非磁性無機絶縁材料によって埋設された状態にした後に、非磁性無機絶縁材料における盛上がついている部分を研磨して、前記の中間磁気コア10、11が非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に埋設された状態で、かつ、中間磁気コア10、11の上面が非磁性の無機絶縁材料薄膜12から露出している状態とされた図1の(d)に示すような素材が得られる。なお、図1の(d)は、図1の(e)によって示されている平面図におけるA-A線位置における縦断面図である。

【0011】次に、平面図が図1の(e)で示されるとともに縦断面図が図1の(d)で示されるような素材の面上に、例えばスピコート法によりフォトレジスト層を形成させた後に、前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用して、コイルパターンを有するマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、マスクパターンを用いて、例えばドライエッチング手段を適用することにより、前記した非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に、コイルパターンと対応する溝13、13…を形成させ、次いで前記の非磁性の無機絶縁材料薄膜12中にコイルパターンと対応する溝13、13…が設けられた状態の素材の全面に、真空成膜技術に

5

より導電材料、例えば銅の薄膜を被着させた後に、前記の非磁性の無機絶縁材料薄膜12の表面や中間磁気コア10、11の表面が露出する状態になるように研磨すると、前記した非磁性の無機絶縁材料薄膜12中のコイルパターンと対応する溝13、13…が、導電材料14によって充填された状態にされた図1の(f)に示されるような素材が得られる。なお、図1の(f)は、図1の(g)によって示されている平面図におけるA-A線位置における縦断面図である。

【0012】次に、図1の(f)に示されるような素材の表面に、所定の磁気空隙長の磁気空隙部を形成させるために、非磁性の無機絶縁材料薄膜15を真空成膜技術により構成させた後に、前記の素材の面上に、真空成膜技術により磁性膜を形成させ、次いで前記の磁性膜上に、例えばスピコート法によりフォトレジスト層を形成させた後に、前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用して、上部磁気コア16の形状のマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、前記の磁性膜におけるフォトレジスト層によって被覆されていない部分を、例えばイオンビームミリング等の手段の適用により除去して、前記の磁性膜によって上部磁気コア16を形成させた後に、例えば真空成膜技術により、上部磁気コア16が、非磁性無機絶縁材料によって埋設された状態にした後に、非磁性無機絶縁材料における盛上がついている部分を研磨して、前記の上部磁気コア16が非磁性の無機絶縁材料薄膜17中に埋設された状態で、かつ、上部磁気コア16の上面が非磁性の無機絶縁材料薄膜17から露出している状態とされた図1の(h)に示すような素材が得られる。前記の図1の(h)に示す素材の全面に対して真空成膜技術を用いて、非磁性の無機絶縁材料薄膜を保護膜として形成させる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】さて、高出力が得られるような誘導型の薄膜磁気ヘッドを構成するためには、コイルの巻回数を多くすることが必要とされる。そして、前記した薄膜磁気ヘッドのコイルは、下部磁気コアと上部磁気コアとの連結部を中心として、コイルの形成のために使用されるべき限られた空間内に、導電材料の薄膜による渦巻状のコイルパターンによって形成される。前記のように渦巻状のコイルパターンによって形成される薄膜コイルは、その巻回幅を大きくして構成した場合に、コイル抵抗を小さくできるが、磁路長が大となってヘッド効率を低下させる。また、前記とは逆に、コイルの巻回幅を小さくして構成すれば、ヘッド効率は向上するが、コイルの抵抗は大きくなる。ところで、薄膜磁気ヘッドで必要とされる諸特性が、その薄膜磁気ヘッドの用途に応じて異なることがあるのは当然であるが、どのような用途に使用される薄膜磁気ヘッドについて、良好なS/Nの出力信号が得られるような巻

6

回数を有するコイルが必要とされる。

【0014】例えば、VTRでは、記録再生画像の高品位化、高密度記録再生の実現、等の諸要望を満たすことができる高性能な磁気ヘッドが必要とされるが、前記の点について高密度記録再生特性、高周波特性、等において優れている薄膜磁気ヘッドが着目されるようになった。そして、回転磁気ヘッドとして使用されるVTR用の磁気ヘッドでは、VTRの固定部分に設けられている電気回路との間で、回転トランスを介して信号の送受が行なわれる。そして、前記の回転トランスを介して、低周波帯域の信号の伝送特性を良好にさせたり、ヘッドインピーダンスノイズを低減させるなどのために、前記の薄膜磁気ヘッドの巻線は、直流抵抗が低いことが必要とされる。ところが、薄膜磁気ヘッドのコイルでは、周知構成のバルクヘッドのように線材を巻回して構成させたコイルに比べて、一般に、断面積が大幅に小さく、また抵抗値が高いものになる。

【0015】それで、従来から薄膜磁気ヘッドにおいて、下部磁気コアと上部磁気コアとの連結部を中心にして導電材料の薄膜によるコイルパターンで構成されるコイルを低抵抗化するために、例えば特開平3-235211号公報に開示されているような手段も提案されている。すなわち、前記した導電材料の薄膜によるコイルパターンで構成されるコイルのコイル幅を、内周部から外周部に向かって広くするという解決策である。ところで、磁路長を変えずに所定の巻回数のコイルを備えさせた高い効率の薄膜磁気ヘッドを得ようとして、低い抵抗値の薄膜コイルを形成させるために、従来から一般的に採用されて来た手段は、コイルが巻回されるべき限られた空間内に、コイル幅の大きなコイルパターンを多層に構成させるというものであった。

【0016】すなわち、コイルが巻回されるべき限られた面積の空間内に、所定の巻回数の一層のコイルを形成させた場合には、コイル幅が細いものになるから、当然のことながらコイルの抵抗値が高くなる。一方、抵抗値の低いコイルを得るために、限られた面積内にコイル幅の大きなコイルを形成させた場合には、巻回数が少ないコイルしか得られない。それで、所定の巻回数を有し、かつ、低い抵抗値のコイルを構成させる一方法として、大きなコイル幅を有する薄膜コイルを、多段に積重ねた状態に構成することも行なわれて来た。しかし、前記のように複数の薄膜コイルを多段に重ねた状態にし、前記の薄膜コイルを直列に接続することによって、低い抵抗値で所定の巻回数を有するコイルを構成させる場合には、当然のことながら製作工程数が多くなり、また製品の歩留りが悪くなる。

【0017】特に、薄膜磁気ヘッドの歩留りは、薄膜コイルの製作工程の歩留りに依存するといっても過言ではない程に、薄膜コイルの製作工程の歩留りは薄膜磁気ヘッドの総合歩留りに大きな影響を及ぼすことから、周知

7

のフォトリソグラフィ法、真空成膜法等を適用して、複数層の薄膜コイルを繰返し形成させる際に生じる歩留りの低下は重大な問題となる。そして前記のように、薄膜コイルの製作工程における歩留りが、薄膜磁気ヘッドの製作時の総合歩留りに大きく影響するということから、薄膜コイルを配置するべく用意された限られた面積の空間内に、所定の巻回数の一層のコイルを低い抵抗値の状態に容易に形成できるようにすれば大きなメリットが得られることになる。

【0018】そして周知のように、コイルの抵抗値は、コイルの構成に用いられている導線の断面積に反比例するから、非磁性の無機絶縁材料薄膜に深いコイル溝を穿設させて、コイル幅が小さくても導線の断面積の大きなコイルを構成できれば、一層形状のコイルであっても、抵抗値の低いコイルを作ることにも可能である。それで、図1を参照して説明した既提案の薄膜磁気ヘッドにおいても、非磁性の無機絶縁材料薄膜12中のコイルパターンと対応して設ける溝13、13…を十分に深いものにし、その溝に充填された導電材料14によって構成されるコイルを、抵抗値の低いコイルとされることが要求される。前記のように非磁性の無機絶縁材料薄膜12に、導線の断面積の大きなコイルを構成させるための溝13、13…を効率良く構成させるのには、リアクティブイオンエッチング法によって非磁性の無機絶縁材料薄膜12の構成材料が、高いエッチングレートでドライエッチングされることは勿論のこと、エッチングによって非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に形成された溝の形状が良好であることが望まれる。

【0019】前記のような条件に合う非磁性の無機絶縁材料薄膜としては、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜があり、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜に、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガスを用いてリアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングを行なうと、非磁性の無機絶縁材料薄膜12として用いられるSiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜に、良好な形状の深い溝を比較的短時間に形成させることができる。しかしながら、前記したSiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料は、それを蒸着法またはスパッタリング法によって成膜した際に、成膜後の薄膜に1～5かける十の九乗ダイナミック圧力という大きな圧縮応力が加わる。また、SiO₂の熱膨張係数は、5～10かける十のマイナス七乗であって、これは一般的に薄膜磁気ヘッドで使用される金属磁性膜の熱膨張係数に比べると1桁以上小さい値である。なお、薄膜磁気ヘッドの基板としては、従来から金属磁性膜の熱膨張係数に近い熱膨張係数を有するものが使用されている。

【0020】それで、前記のように非磁性の無機絶縁材料薄膜として、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜を使用した場合には、薄膜磁気ヘッドを構成

8

している他の構成部材の圧縮応力との差、熱膨張係数の差のために、膜剥離、基板割れ、磁性膜の磁気特性の劣化等の諸問題が生じるので、その解決策が求められた。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は非磁性体材料製基板上に、下部磁気コアと、上部磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの一端部に磁気空隙を構成させるために設けた中間磁気コアと、前記の上部、下部の両磁気コアの他端部を接続する結合磁路と、前記の結合磁路の位置を巻回中心位置として、前記した上部、下部の両磁気コア間の空間を少なくとも含んでいる空間部内に、所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜中に埋設された状態に設けられる状態となるように、導電体材料が充填されることにより所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜中に構成されるような溝を備えていてSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜と、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜とが積層して構成された薄膜磁気ヘッドにおいて、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜として、膜内部応力が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜の膜内部応力に比べて小さく、また、弗素系のエッチングガスによるリアクティブイオンエッチング時のエッチング速度が、前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜のエッチング速度に比べて小さく、かつ、熱膨張係数が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜の熱膨張係数よりも非磁性体材料製基板の熱膨張係数に近い値を示す非磁性の無機絶縁材料薄膜を用いて薄膜磁気ヘッドを構成したことを特徴とする薄膜磁気ヘッドを提供する。

【0022】

【作用】コイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜として、膜内部応力が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜の膜内部応力に比べて小さく、また、弗素系のエッチングガスによるリアクティブイオンエッチング時のエッチング速度が、前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜のエッチング速度に比べて小さく、かつ、熱膨張係数が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜の熱膨張係数よりも非磁性体材料製基板の熱膨張係数に近い値を示す非磁性の無機絶縁材料薄膜を用いたことにより、薄膜磁気ヘッドで使用される非磁性の無機絶縁材料薄膜のすべてを、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜とした場合に比べて、圧縮応力が著るしく減少し、また、薄膜磁気ヘッドの製作時における加熱される工程を経ても、膜剥離、基板割れ、

9

磁性膜の磁気特性の劣化等の問題が生じない。

【0023】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の薄膜磁気ヘッドの具体的な内容について詳細に説明する。図1及び図2は本発明の薄膜磁気ヘッドの説明に使用される薄膜磁気ヘッドの概略の製作工程を示している図である。本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁性体材料製基板1上に、下部磁気コア3と、上部磁気コア16と、前記の上部、下部の両磁気コア3、16の一端部に磁気空隙を構成させるために設けた中間磁気コア10と、前記の上部、下部の両磁気コア3、16の他端部を接続する結合磁路11と、前記の結合磁路11の位置を巻回中心位置として、前記した上部、下部の両磁気コア間の空間を少なくとも含んでいる空間部内に、所定のコイルパターンを有するコイル14が非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に埋設された状態に設けられる状態となるように、導電体材料が充填されることにより所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に構成されるような溝13を備えているコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12と、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜2、9、15、17とが所要のように積層して構成されている、例えば図1の(h)及び図2の(i)の断面図によって例示されているような薄膜磁気ヘッドにおいて、前記した導電体材料が充填されることにより所定のコイルパターンを有するコイルが非磁性の無機絶縁材料薄膜12中に構成されるような溝13を備えているコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12は、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜を用い、また、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜2、9、15、17としては、膜内部応力が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12の膜内部応力に比べて小さく、また、弗素系のエッチングガスによるリアクティブイオンエッチング時のエッチング速度が、前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12のエッチング速度に比べて小さく、かつ、熱膨張係数が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12の熱膨張係数よりも非磁性体材料製基板の熱膨張係数に近い値を示す非磁性の無機絶縁材料の薄膜(例えばAl₂O₃の薄膜)を用いて構成したものである。

【0024】まず、図1の(h)に示されているような構成態様の薄膜磁気ヘッドとして本発明の薄膜磁気ヘッドを作製する場合について、図1を参照して説明すると次のとおりである。図1において1は薄膜磁気ヘッドの基板として用いられる非磁性材料製の基板(または非磁性絶縁材料製の基板)であり、前記の非磁性材料製の基板1としてはCaTiO₃のウエファ(またはBaTiO₃のウエファ、またはあるいはAl₂O₃-TiC材のウ

10

エファ)その他の材料から適当な材料が選択して用いることができる(なお、図2の(i)に示されているような構成態様の薄膜磁気ヘッドにおける非磁性材料製の基板1の材料としても、前述の材料を用いることができる)。

【0025】図1の(a)に示されている基板1は、例えばCaTiO₃のような非磁性材料製の基板である。前記の基板1上には、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、例えば1μm～10μmの膜厚のAl₂O₃の薄膜を、非磁性の無機絶縁材料薄膜2として形成させる。前記の薄膜2の構成材料としては、Al₂O₃、の他にTiO₂、ZrO₂等の非磁性の無機絶縁材料の内から適当な材料が選択使用されてよい。スパッタリング法によってAl₂O₃の薄膜を成膜するのに、成膜室内のアルゴンガス圧を5ミリTorrとし、5インチのターゲットを用いて、1KWの電力を供給し、室温で成膜を行なったときに、成膜されたAl₂O₃の薄膜の圧縮応力は、3かける十の八乗ダイン/平方センチメートルであった。また、マグネトロンスパッタリング法によってTiO₂の薄膜を成膜するのに、成膜室内のアルゴンガス圧を15ミリTorrとし、6インチのターゲットを用いて、0.6KWの電力を供給し、室温で成膜を行なったときに、成膜されたTiO₂の薄膜の圧縮応力は、7かける十の八乗ダイン/平方センチメートルであった。

【0026】既述のようにして基板1上に形成させたAl₂O₃の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜2上には、図1の(a)中の3で示されるような下部磁気コア3が例えば次のようにして形成される。すなわち、まず、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を適用して、前記したAl₂O₃の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜2の全面に磁性膜を形成させる。前記した磁性膜は、例えばCo系のアモルファス、FeTa₂Nなどの磁性材料を使用して、例えば4μm～5μmの膜厚のものと形成される。次に、前記の磁性膜の全面に、例えばスピコート法により、フォトレジスト層を形成させる。前記のフォトレジスト、及び後述される各工程で使用されているフォトレジストとしては、例えば、東京応化(株)製のOFPR-800を用いることができる。

【0027】そして、前記のフォトレジスト層には、周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に対する露光、現像処理を経て、下部磁気コア3の形状のマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、前記の磁性膜におけるフォトレジスト層によって被覆されていない部分を、例えばイオンビームミリング等のドライエッチング手段の適用により除去して、基板1上に形成させたAl₂O₃の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜2上には、図1の(a)に示されているように、下部磁気コア3が形成される。なお、図1の(a)

11

は、図1の(b)によって示されている平面図におけるA-A線位置における縦断面図である。

【0028】次に、平面図が図1の(b)で示されるとともに縦断面図が図1の(a)で示されるような素材に対して、非磁性の無機絶縁材料として Al_2O_3 を用いて、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法(ステップカバレッジの良好な…パターンに対して被覆率の良好な…例えば、基板に高周波バイアスを印加したバイアスパッタリング法)等の真空成膜技術により、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜を、前記した下部磁気コア3の厚さ以上の膜厚のものとして形成させる。次いで、前記した Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜における盛上っている部分を研磨して、図1の(c)に示されているように、下部磁気コア3が Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜9中に埋設された状態で、かつ、下部磁気コア3の上面が Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜9から露出している状態の素材を得る。

【0029】次に、図1の(c)に示されている素材の全面に、例えばCo系のアモルファス、FeTaNなどの磁性材料を使用して、例えば $4\mu m \sim 5\mu m$ の膜厚の磁性膜を形成させ、次いで前記の磁性膜の全面に、例えばスピコート法により、フォトレジスト層を形成させる。前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に露光、現像処理を施して、中間磁気コア10と結合磁路11との形状を備えたマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、前記のフォトレジスト層によるマスクパターンで被覆されていない磁性膜の部分、例えばイオンビームミリング等のドライエッチング手段を適用して除去して、下部磁気コア3の両端に、前記の磁性膜により中間磁気コア10と結合磁路11とが形成されている状態の素材を得る。

【0030】次いで、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料により、前記した中間磁気コア10と結合磁路11との厚さ以上の膜厚の薄膜を前記の素材に対して形成させた後に、前記の SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜における盛上っている部分を研磨して、中間磁気コア10と結合磁路11とが、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜12中に埋設された状態で、かつ、中間磁気コア10の上面と結合磁路11との上面とが、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜12から露出している状態の素材、すなわち、図1の(d)に示するような素材を得る。なお、図1の(d)は、図1の(e)によって示されている平面図におけるA-A線位置における縦断面図である。

【0031】次に、平面図が図1の(e)で示されるとともに縦断面図が図1の(d)で示されるような素材の

12

面上に、例えばスピコート法によりフォトレジスト層を形成させた後に、前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に対する露光、現像処理を経て、所望のコイルパターンを有するマスクパターンをフォトレジスト層で形成させる。そして、前記の所望のコイルパターンを有するマスクパターンを用いて、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングを行なって、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜12中に、前記した所望のコイルパターンと対応する溝13、13…を形成させる。

【0032】すなわち、前記のコイルパターンを有するマスクパターンが設けられた素材を被エッチング部材として、成膜室(真空外囲器)中の電極上に載置し、真空外囲器を密封した後に、真空ポンプを始動させて真空外囲器内の排気動作を行なった後に、エッチングガス源とされるエッチングガスの容器から、エッチングガス(例えば CHF_3 、 CHF_4 のようなフロロカーボン等の弗素系のエッチングガス)を真空外囲器内に導入する。真空外囲器内のエッチングガスの圧力を適正にし、電極間に高周波電源から高周波電力の供給を開始させてフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスのプラズマが発生させて、電極上に載置されている被エッチング部材における SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜12に、前記した CHF_3 ガスのプラズマにより、リアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングを行なう。それにより、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜12には、図1の(f)に示されているように溝13、13…が形成される。

【0033】前記のようにして、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜12に所定の深さの溝13、13…が構成されたならば、真空外囲器内で行なわれていたエッチング動作を停止させて、素材を真空外囲器外に取出し、素材に残されたフォトレジスト層によるマスク部材を除去する。次いで、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜12中にコイルパターンと対応する溝13、13…が設けられた状態の素材の全面に、真空成膜技術により導電材料、例えば銅の薄膜を被着させた後に、前記の SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜12の表面や、中間磁気コア10と結合磁路11の表面などが露出する状態になるように研磨する。それにより前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜12中のコイルパターンと対応する溝13、13…が、導電材料14によって充填された状態にされた図1の(f)に示されるような素材が得られる。なお、図1の(f)は、図1の(g)によって示されている平面図におけるA-A線位置における縦断面図である。

【0034】次に、図1の(f)に示されるような素材の表面に、所定の磁気空隙長の磁気空隙部を形成させる

13

ために、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜15を構成させた後に、前記の素材の面上に例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を適用して、前記した Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜15の全面に、例えばCo系のアモルファス、FeTa₂Nなどの磁性材料を使用して、例えば4 μ m \sim 5 μ mの膜厚の磁性膜を形成させ、次に、前記の磁性膜の全面に、例えばスピコート法により、フォトレジスト層を形成させる。

【0035】そして、前記のフォトレジスト層に対して、周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に対する露光、現像処理を経て、上部磁気コア16の形状を備えたマスクパターンをフォトレジスト層により形成させてから、前記の磁性膜におけるフォトレジスト層によって被覆されていない部分を、例えばイオンビームミリング等のドライエッチング手段の適用により除去することにより、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜15上には、図1の(h)に示されているように、上部磁気コア16が形成される。次に、例えば真空成膜技術により、上部磁気コア16が、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料によって埋設された状態となるようにした後に、前記の Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料における盛上がっている部分を研磨して、前記の上部磁気コア16が Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜17中に埋設された状態で、かつ、上部磁気コア16の上面が Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜17から露出している状態とされた図1の(h)に示すような素材を得る。

【0036】図1の(h)に示されている状態の素材には、次いで、成膜技術と、フォトリソグラフィ技術と、エッチング技術等を適用して、コイルパターンの始端部とコイルパターンの終端部とにスルーホール部を設けたり、リード線を形成したり、ボンディングパッドを形成させたり、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜を保護膜として形成させて薄膜磁気ヘッドを完成させる。

【0037】次に図2の(i)に示されているような構成状態様の薄膜磁気ヘッドとして、本発明の薄膜磁気ヘッドを作製する場合について、図2の(a) \sim (i)を参照して説明する。図2の(a) \sim (i)に示す順次の各工程において、図2の(a)、(b)と対応する工程の説明内容は、図1の(a)、(b)を参照して既述した工程の内容と全く同じであるので、その具体的な記述は省略する。図2の(a)、(b)に示されている、例えばCaTiO₃のような非磁性材料製の基板1上に形成させた Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜2上に、例えばCo系のアモルファス、FeTa₂Nなどの磁性材料を使用して、例えば4 μ m \sim 5 μ mの膜厚の

14

所望形状の磁性膜により形成させた下部磁気コア3を有する素材に対して、非磁性の無機絶縁材料として Al_2O_3 を用いて、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術により、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜を、前記した下部磁気コア3の厚さ以上の膜厚のものとして形成させる。

【0038】次いで、前記した Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜における盛上がっている部分を研磨して、図2の(c)に示されているように、下部磁気コア3が Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜9中に埋設された状態で、かつ、下部磁気コア3の上面が、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜9の表面から ΔH の位置にある状態の素材を得る。図中のHは下部磁気コア3の厚さである。

【0039】次に、図2の(c)に示されている状態の素材の上面に、例えばスピコート法により、フォトレジスト層を形成させる。前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に露光、現像処理を施して、中間磁気コア10と結合磁路11との形状を備えたマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、前記のフォトレジスト層によるマスクパターンで被覆されていない Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜9の部分を、表面から ΔH の深さまで、例えばイオンビームミリング等のドライエッチング手段を適用して除去9a、9aして、その部分に下部磁気コア3を露出させて、の磁性膜により中間磁気コア10と結合磁路11とが形成されている状態の図2の(d)に示されている状態の素材を得る。

【0040】次に、図2の(d)に示されている素材の全面に、例えばCo系のアモルファス、FeTa₂Nなどの磁性材料を使用して、例えば4 μ m \sim 5 μ mの膜厚の磁性膜を形成させ、次いで前記の磁性膜の全面に、例えばスピコート法により、フォトレジスト層を形成させる。前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に露光、現像処理を施して、中間磁気コア10と結合磁路11との形状を備えたマスクパターンをフォトレジスト層で形成させてから、前記のフォトレジスト層によるマスクパターンで被覆されていない磁性膜の部分を、例えばイオンビームミリング等のドライエッチング手段を適用して除去して、下部磁気コア3の両端に、前記の磁性膜により中間磁気コア10と結合磁路11とが形成されている状態の素材を得る。

【0041】次いで、例えば真空蒸着法、またはスパッタリング法等の真空成膜技術を用いて、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料により、前記した中間磁気コア10と結合磁路11との厚さ以上の膜厚の薄膜を前記の素材に対して形成させた後に、前記のSiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜における盛上がっている部分を研磨して、中間磁気コア10と結合磁

15

路 11 とが、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 中に埋設された状態で、かつ、中間磁気コア 10 の上面と結合磁路 11 との上面とが、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 から露出している状態の素材、すなわち、図 2 の (e) に示すような素材を得る。なお、図 2 の (e) は、図 2 の (f) によって示されている平面図における A-A 線位置における縦断面図である。

【0042】次に、平面図が図 2 の (f) で示されるとともに縦断面図が図 2 の (e) で示されるような素材の面上に、例えばスピコート法によりフォトレジスト層を形成させた後に、前記のフォトレジスト層に対して周知のフォトリソグラフィ法を適用し、フォトレジスト層に対する露光、現像処理を経て、所望のコイルパターンを有するマスクパターンをフォトレジスト層で形成させる。そして、前記の所望のコイルパターンを有するマスクパターンを用いて、リアクティブイオンエッチング法によりフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスを使用したドライエッチングを行なって、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 中に、前記した所望のコイルパターンと対応する溝 13、13…を形成させる。それにより、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 には、図 2 の (g) に示されているように溝 13、13…が形成される。

【0043】前記したフロロカーボン等の弗素系のエッチングガスを使用し、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 に対して、リアクティブイオンエッチング法によりドライエッチングを行なう場合には、早いエッチング速度で SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 に対するエッチング動作を行なうことができるが、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 の下方に接して設けられている Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜 9 に対しては、早い速度でのエッチングが行なわれないので、2 図を参照して述べている薄膜磁気ヘッドの製作工程に従った薄膜磁気ヘッドを製作する場合には、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の薄膜 12 中に、前記した所望のコイルパターンと対応する所定の溝 13、13…を形成させる場合のリアクティブイオンエッチング法によるドライエッチングの条件の設定が容易となる。

【0044】素材に残されたフォトレジスト層によるマスク部材を除去した後に、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 中にコイルパターンと対応する溝 13、13…が設けられた状態の素材の全面に、真空成膜技術により導電材料、例えば銅の薄膜を被着させた後に、前記の SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 の表面や、中間磁気コア 10 と結合磁路 11 の表面などが露出する状態になるように研

16

磨して、前記した SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 中のコイルパターンと対応する溝 13、13…が、導電材料 14 によって充填された状態にされた図 2 の (g) に示されるような素材が得られる。なお、図 2 の (g) は、図 2 の (h) によって示されている平面図における A-A 線位置における縦断面図である。

【0045】次に、図 2 の (g) に示されるような素材の表面に、所定の磁気空隙長の磁気空隙部を形成させるための Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料の薄膜 15 を構成させたり、前記した Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜 15 上に、上部磁気コア 16 を形成させたり、上部磁気コア 16 が Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料によって埋設された状態となるようにしたりして図 2 の (i) に示してあるような素材を得るようにしたり、図 2 の (i) に示してあるような素材に対して、成膜技術と、フォトリソグラフィ技術と、エッチング技術等を適用して、コイルパターンの始端部とコイルパターンの終端部とにスルーホール部を設けたり、リード線を形成したり、ボンディングパットを形成させたり、 Al_2O_3 の薄膜からなる非磁性の無機絶縁材料薄膜を保護膜として形成させて薄膜磁気ヘッドを完成させるようにする点は、図 1 の (h) 以降の工程について既述したところと同じである。

【0046】これまでの説明から明らかなように本発明の薄膜磁気ヘッドは、対向して配置されている下部磁気コア 3 と上部磁気コア 16 との一端部に磁気空隙を構成させるために設けた中間磁気コア 10 と、前記の上部、下部の両磁気コア 3、16 の他端部を接続する結合磁路 11 と、前記の結合磁路 11 の位置を巻回中心位置として、前記した上部、下部の両磁気コア 3、16 間の空間を少なくとも含んでいる空間部内に、所定のコイルパターンを有するコイル 14 が非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 中に埋設された状態に設けられる状態となるように、導電材料が充填される溝 13 が設けられるべきコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 の材料として、 SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料を用いることにより、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 に設けるべき溝 13 を、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガスによるリアクティブイオンエッチング手段の適用によって早いエッチング速度で、しかも良好な溝形状の溝を容易に形成することができ、また、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜 2、9、15、17 としては、前記したコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜 12 に用いられた SiO_2 を主成分とする非磁性の無機絶縁材料の膜内部応力 1～5 かける十の九乗ダイナ/平方センチメートルに比べると小さな膜内部応力 (3 かける十の八乗ダイナ/平方センチメートル) を有し、また、フロロカーボン等の弗素系のエッチングガス

17

によるリアクティブイオンエッチング時のエッチング速度が、前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12のエッチング速度に比べて約十分の一というように小さく、かつ、熱膨脹係数が前記したSiO₂を主成分とするコイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12の熱膨脹係数5～10かける十のマイナス七乗の値よりも、非磁性体材料製基板（セラミック基板）の熱膨脹係数100かける十のマイナス七乗の値に近い、熱膨脹係数の値40～60かける十のマイナス七乗を示すAl₂O₃を用いたことにより、薄膜磁気ヘッドの製作時における加熱される工程を経ても、膜剥離、基板割れ、磁性膜の磁気特性の劣化等の問題が生じないようにできる。

【0047】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの実施に際して、コイル埋設用の非磁性の無機絶縁材料薄膜12以外の非磁性の無機絶縁材料薄膜2、9、15、17の構成材料としてAl₂O₃を使用した場合には、次のような利点も得られる。すなわち、薄膜磁気ヘッドの磁性膜を被覆する非磁性の無機絶縁材料薄膜は、磁性膜の段差部分についても良好な状態で形成されることが必要とされる。それで、ステップカバレージの良好なバイアス・スパッタリング法を用いて、磁性膜の段差部分も非磁性の無機絶縁材料薄膜で良好に被覆された状態に構成させることが行なわれる。ところで、バイアス・スパッタリング法を適用して薄膜を形成させると、一般的に膜応力が増加する。しかし、バイアススパッタリング法を用いて形成させたAl₂O₃の薄膜は、低い膜応力の薄膜として形成させることが可能である。また、Al₂O₃の薄膜は機械的特性にも優れているために、例えば、薄膜磁気ヘ

18

ッドを固定ディスク駆動装置（HDD）用の薄膜ヘッドとして使用した場合には、コンタクト・スタート・ストップ（CSS）試験でも良好な結果が得られている。

【0048】

【発明の効果】以上、詳細に説明したところから明らかに、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、薄膜磁気ヘッドで使用される非磁性の無機絶縁材料薄膜のすべてを、SiO₂を主成分とする非磁性の無機絶縁材料薄膜とした場合に比べて、圧縮応力が著るしく減少し、また、薄膜磁気ヘッドの製作時における加熱される工程を経ても、高温時の基板と絶縁膜との熱膨脹の差によって発生する歪も小さくなるために、薄膜磁気ヘッドの磁気回路の透磁率が10%（10MHzにおいて）以上向上し、摂氏600度での熱処理時において従来発生していた絶縁膜剥離、基板割れ、クラックなどの不良が皆無となり、また磁性膜の磁気特性の劣化等の問題も生じないようにできた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドの説明に使用される薄膜磁気ヘッドの概略の製作工程を示している図である。

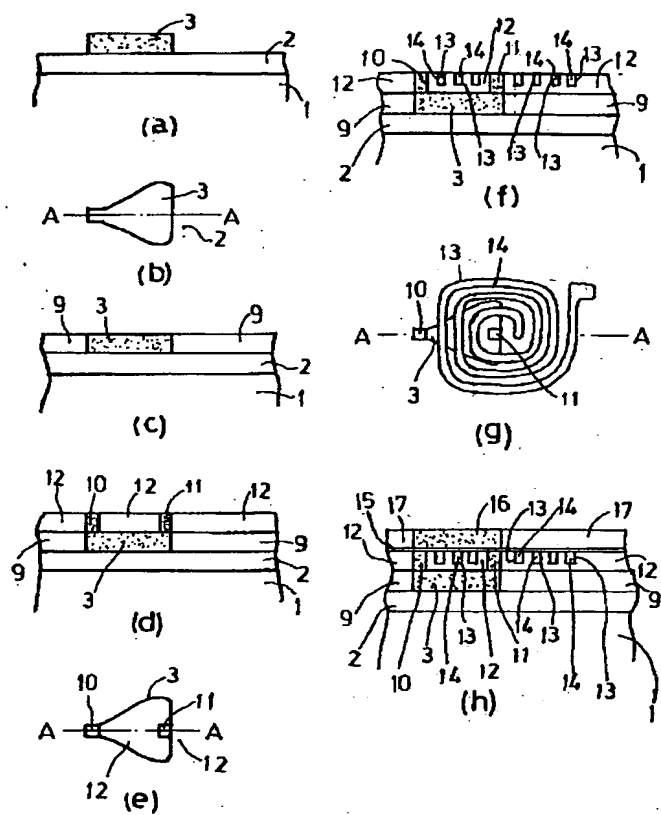
【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドの説明に使用される薄膜磁気ヘッドの概略の製作工程を示している図である。

【図3】従来の薄膜磁気ヘッドを示す図である。

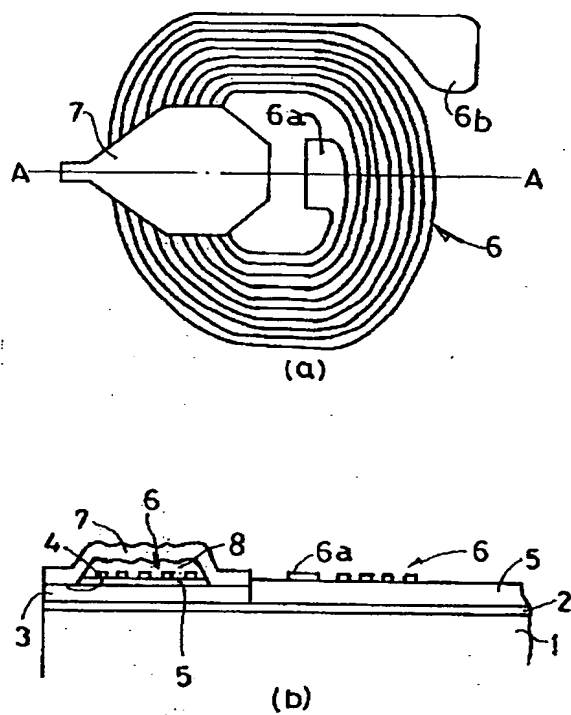
【符号の説明】

1…基板、2、5、8、9、12、15、17…非磁性の無機絶縁材料薄膜、3…下部磁気コア、6…コイルパターン、7、16…上部磁気コア、10…中間磁気コア、11…結合磁路、13…溝、14…所定のコイルパターンを有するコイル、

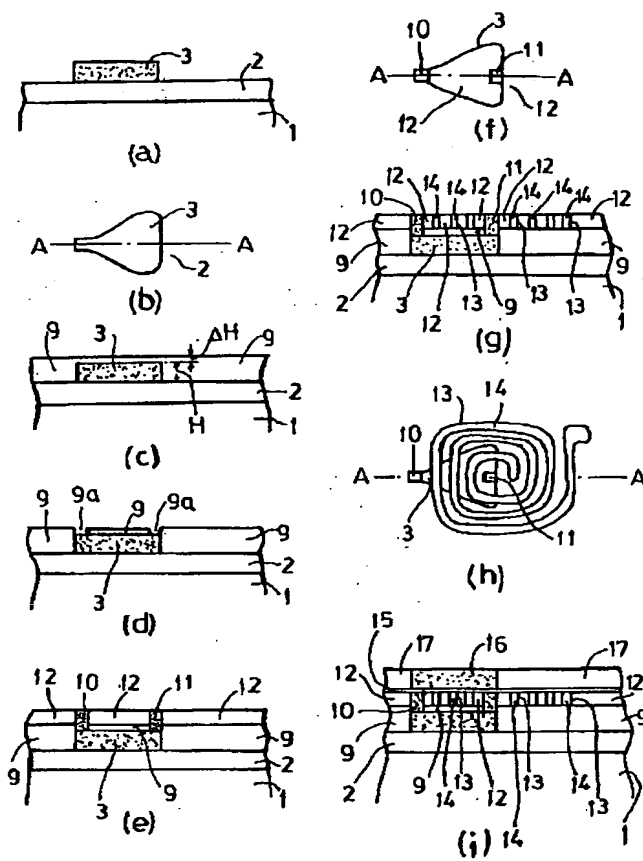
【図1】



【図3】



【図 2】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-007118

(43)Date of publication of application : 10.01.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 07-178181

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 21.06.1995

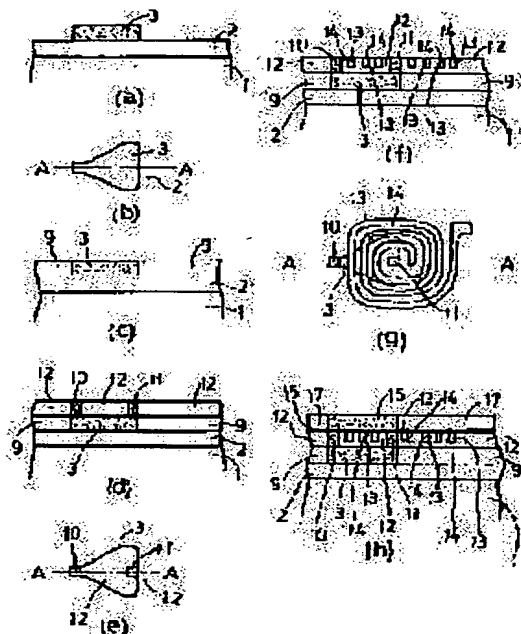
(72)Inventor : YAGYU SHINGO

(54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To drastically decrease compressive stresses and to eliminate defects, such as peeling of insulating films and crack of substrates, by forming a thin-film magnetic head by laminating nonmagnetic inorg. insulating material thin films for embedding coils essentially consisting of SiO₂ and nonmagnetic inorg. insulating material thin films exclusive of these thin films.

CONSTITUTION: This thin-film magnetic head has a lower magnetic core 3 and upper magnetic core 16 on the substrate 1 consisting of a nonmagnetic material and an intermediate core 10 disposed to constitute a magnetic gap at one end of both upper and lower magnetic cores 3, 16. A conductor material is packed into the space part including a coupling magnetic path 11 for connecting the other ends of both magnetic cores 3, 16 and the space part including the space between both magnetic cores 3 and 16 around the position of the coupling magnetic path 11 as the winding central position in such a manner that the coil 14 having a prescribed coil pattern is disposed to be embedded into the nonmagnetic inorg. insulating material thin films 2, 9, 12. The magnetic head has such grooves 13 in which the coil 14 having the prescribed coil patterns 6 is constituted in the nonmagnetic inorg. insulating material thin films. The nonmagnetic inorg. insulating material thin films 12 for embedding the coil essentially consisting of the SiO₂ and the nonmagnetic inorg. insulating material thin films 17 exclusive of these thin films 12 are laminated to constitute the thin-film magnetic head.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

This Page Blank (uspto)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] On the substrate made from non-magnetic-material material, it is a lower magnetic core. Up magnetic core The middle magnetic core prepared in order to make the aforementioned upper part and the end section of both lower magnetic cores constitute a magnetic opening The joint magnetic path which connects the aforementioned upper part and the other end of both lower magnetic cores A coil pattern predetermined to the space circles which include the space between both the magnetic cores of said upper part and lower part at least by making the position of the aforementioned joint magnetic path into a winding center position As nonmagnetic inorganic insulating material thin films other than an inorganic insulating material thin film nonmagnetic [for coil laying under the ground which is the thin film magnetic head equipped with the above, and was described above] Compared with the film internal stress of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which film internal stress described above, are small. Moreover, the etch rate at the time of the reactive ion etching by the etching gas of a fluorine system Compared with the etch rate of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes said SiO₂ a principal component, are small. And it is characterized by constituting from a coefficient of thermal expansion of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which the coefficient of thermal expansion described above using the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which shows the value near the coefficient of thermal expansion of the substrate made from non-magnetic-material material.

[Claim 2] On the substrate made from non-magnetic-material material, it is a lower magnetic core. Up magnetic core The middle magnetic core prepared in order to make the aforementioned upper part and the end section of both lower magnetic cores constitute a magnetic opening The joint magnetic path which connects the aforementioned upper part and the other end of both lower magnetic cores A coil pattern predetermined to the space circles which include the space between both the magnetic cores of said upper part and lower part at least by making the position of the aforementioned joint magnetic path into a winding center position It is the thin film magnetic head equipped with the above, and is characterized by constituting using aluminum 2O₃ as nonmagnetic inorganic insulating material thin films other than an inorganic insulating material thin film nonmagnetic [for said coil laying under the ground].

[Translation done.]

This Page Blank (uspto)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the thin film magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since record of the information signal to a record medium and reproduction of the information signal from a record medium can be performed very easily, the magnetic-recording playback system is widely adopted as a means of record reproduction of the information signal in many technical fields. By the way, while raising the machine precision of each component of a magnetic recorder and reproducing device in connection with the request of the formation of high-density record of the information signal to a magnetic-recording medium becoming strong, what has truck width narrow also as the magnetic head used for record reproduction came to be used. On the occasion of high-density record reproduction, as mentioned above so that it may become the remains of record of very narrow record **** record an information signal or As the magnetic head used in order to reproduce an information signal from the remains of record for example, the photolithography method and various kinds of membrane formation technology — applying — each composition — a member — in the state where a mutual electric insulation is performed by the nonmagnetic inorganic insulating material thin film The coil pattern according to a substrate top to a lower magnetic core, the insulating thin film of a non-magnetic material, and the thin film of an electrical conducting material, The thin film magnetic head of the common knowledge composition made by carrying out a laminating one by one the insulating thin film of a non-magnetic material, an up magnetic core, the insulating thin film of a non-magnetic material, etc. as the risen [to surface] type magnetic head for example, in a fixed-disk driving gear (HDD) It had used widely from the former, and also the thin film magnetic head is used as the rotation magnetic head for VTR, and the attempt which is going to make it constitute VTR which can fill many requests of realization of high-definition-izing of a record reproduction picture and high-density record reproduction etc. came to be performed.

[0003] (b) of the plan showing the example of composition of the thin film magnetic head of the conventional general induction type and drawing 3 (a) of drawing 3 It is drawing of longitudinal section in the A-A line position in (a) of drawing 3, and sets to drawing 3. 1 A substrate, The ground film by the inorganic insulation thin film of a non-magnetic material which made 2 put on a substrate 1, the lower magnetic core in which 3 was formed of the magnetic material, and 4 are magnetic openings (magnetic gap), and this magnetic opening 4 is constituted by the inorganic insulation thin film of a magnetic opening size and the corresponding non-magnetic material of thickness. Moreover, it is the up magnetic core in which the coil the inorganic insulation thin film of a non-magnetic material pattern [8 / 5 and] / according / 6 / to the thin film of an electrical conducting material, and 6a and 6b were formed in of the edge of a coil, and 7 was formed of the magnetic material. In addition, in drawing 3, illustration of the through hole prepared in the protective coat by the insulating thin film which covers the path cord by the thin film of the electrical conducting material connected to the edges 6a and 6b of a coil, the upper part portion of the up magnetic core 7 shown in drawing 3, and the protective coat by said insulating thin film is omitted.

[0004] And the thin film magnetic head of the conventional general induction type shown in drawing 3 as everyone knows — vacuum membrane formation technology, photolithography technology, and an etching means — applying — each composition — a member — in the state where the mutual electric insulation is performed using the insulator layer It is made by the substrate 1 on which the substrate 1 or the ground film 2 by the inorganic insulation thin film of a non-magnetic material is put by carrying out the laminating of the thin film of a magnetic material, the thin film of an electrical conducting material, the inorganic insulation thin film of a non-magnetic material, etc. one by one in a predetermined pattern and predetermined sequence. by the way, the composition which is irregular in the thickness direction of a thin film like the coil pattern 6 in case the laminating of each composition member by the thin film is carried out one by one and it goes — a member — the composition in which the thin film was put on the front face of the thin film upwards when a thin film was made to put with membrane formation technology upwards — the influence of the irregularity of a member appears

[0005] then, when vacuum membrane formation technology like a vacuum deposition method or the sputtering method is made to constitute the inorganic insulation thin film 8 of a non-magnetic material on the coil pattern 6 by the thin film of an electrical conducting material Since the shape of toothing of the coil pattern 6 by the thin film of an electrical conducting material appears in the front face of the inorganic insulation thin film 8 of the aforementioned non-magnetic material, the shape of toothing will be imprinted by the up magnetic core 7 constituted by the front face of the inorganic insulation thin film 8 of the aforementioned non-magnetic material by the thin film of a magnetic material. As mentioned above, when the

magnetic film which shows soft magnetic characteristics is made to form on the field which shows the shape of toothing, in order that said soft magnetic characteristics of a magnetic film and permeability may carry out a ***** fall, record of the thin film magnetic head and reproducing characteristics are made to fall extremely inevitably.

[0006] As the thin film magnetic head which can solve the trouble of the thin film magnetic head of the conventional general induction type mentioned already with reference to drawing 3, as indicated by JP,3-58308,A The middle magnetic core prepared in order to make the end section of a lower magnetic core, an up magnetic core, and both the magnetic cores of the aforementioned upper part and the lower part constitute a magnetic opening, The position of the joint magnetic path which connects the aforementioned upper part and the other end of both lower magnetic cores, and the aforementioned joint magnetic path is made into a winding center position. The space between both the magnetic cores of said upper part and lower part to the space circles included at least The thin film magnetic head of the induction type of a composition mode which is constituted by filling up with conductor material all over the slot which the coil which has a predetermined coil pattern prepared into the nonmagnetic inorganic insulation thin film is proposed.

[0007] Although drawing 1 and drawing 2 are drawings which are giving illustration explanation of the manufacture process of the outline of the thin film magnetic head of this invention the composition of the thin film magnetic head, since it can be used also for explanation of the manufacture process of the outline of the thin film magnetic head proposed [which was indicated by JP,3-58308,A], if the difference in the material of construction of a member is removed It is as follows when the manufacture process of the outline of the thin film magnetic head proposed [which was indicated by JP,3-58308,A mainly with reference to drawing 1] is described hereafter.

[0008] Vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, is used for (a) of drawing 1 on the substrate 1 made from a non-magnetic material. After making the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 2 constitute, on the aforementioned thin film 2 For example, a magnetic film is made to form with vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method. Subsequently, on the aforementioned magnetic film, make a photoresist layer form for example, by the spin coat method, and the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer. After making the mask pattern of the configuration of a lower magnetic core form by the photoresist layer, application of meanses, such as for example, ion beam milling, removes the portion which is not covered with the photoresist layer in the aforementioned magnetic film. The state where the lower magnetic core 3 was made to form on a thin film 2 by the aforementioned magnetic film is illustrated. In addition, (a) of drawing 1 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (b) of drawing 1.

[0009] As opposed to a material while a plan is shown by (b) of drawing 1, as drawing of longitudinal section indicated to be by (a) of drawing 1 next, with for example, vacuum membrane formation technology If the portion in the aforementioned nonmagnetic inorganic insulating material which is rising is ground after the lower magnetic core 3 currently formed on the thin film 2 changes into the state where it was laid underground by the nonmagnetic inorganic insulating material A material as shown in (c) of drawing 1 which is in the state where the lower magnetic core 3 was laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 9 and by which the upper surface of the lower magnetic core 3 was made the state where it had exposed from the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 9 is obtained.

[0010] Next, a magnetic film is made to form with vacuum membrane formation technology on the field of the material shown in (c) of drawing 1. Subsequently, on the aforementioned magnetic film, after making a photoresist layer form for example, by the spin coat method, the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer. After making the mask pattern of the configuration of the middle magnetic cores 10 and 11 form by the photoresist layer Application of meanses, such as for example, ion beam milling, removes the portion which is not covered with the photoresist layer in the aforementioned magnetic film. After making the middle magnetic cores 10 and 11 form in the ends of the lower magnetic core 3 by the aforementioned magnetic film, with for example, vacuum membrane formation technology After the middle magnetic cores 10 and 11 of the ends of the lower magnetic core 3 change into the state where it was laid underground by the nonmagnetic inorganic insulating material, the portion in a nonmagnetic inorganic insulating material which is rising is ground. A material as shown in (d) of drawing 1 which is in the state where the aforementioned middle magnetic cores 10 and 11 were laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 and by which the upper surface of the middle magnetic cores 10 and 11 was made the state where it had exposed from the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 is obtained. In addition, (d) of drawing 1 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (e) of drawing 1.

[0011] Next, on the field of a material while a plan is shown by (e) of drawing 1, as drawing of longitudinal section indicated to be by (d) of drawing 1 For example, after making a photoresist layer form by the spin coat method, the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer. After making the mask pattern which has a coil pattern form by the photoresist layer, by applying a dry etching means, using a mask pattern The slot [be / under / said nonmagnetic insulating material inorganic thin film 12 / correspondence / it] 13 and 13 — are made to form with a coil pattern. Subsequently, all over the material in the state where the slot [be / under / nonmagnetic / above / insulating material inorganic thin film 12 / correspondence / it] 13 and 13 — were prepared with the coil pattern If it grinds so that it may be in the state where the front face of the aforementioned nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 and the front face of the middle magnetic cores 10 and 11 are exposed after making the thin film

of an electrical conducting material, for example, copper, put with vacuum membrane formation technology A material as shown in (f) of drawing 1 which it changed into the state where the electrical conducting material 14 was filled up with the coil pattern in said nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12, the corresponding slot 13, and 13 — is obtained. In addition, (f) of drawing 1 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (g) of drawing 1.

[0012] Next, in order to make the magnetic opening section of magnetic predetermined opening length form in the front face of a material as shown in (f) of drawing 1 After making vacuum membrane formation technology constitute the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 15 A magnetic film is made to form with vacuum membrane formation technology on the field of the aforementioned material. subsequently on the aforementioned magnetic film For example, after making a photoresist layer form by the spin coat method, the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer. After making the mask pattern of the configuration of the up magnetic core 16 form by the photoresist layer, application of meanses, such as for example, ion beam milling, removes the portion which is not covered with the photoresist layer in the aforementioned magnetic film. After making the up magnetic core 16 form by the aforementioned magnetic film, with for example, vacuum membrane formation technology After the up magnetic core 16 changed into the state where it was laid underground by the nonmagnetic inorganic insulating material, where it ground the portion in a nonmagnetic inorganic insulating material which is rising and the aforementioned up magnetic core 16 is laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 17 And a material as shown in (h) of drawing 1 by which the upper surface of the up magnetic core 16 was made the state where it had exposed from the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 17 is obtained. A nonmagnetic inorganic insulating material thin film is made to form as a protective coat using vacuum membrane formation technology to the whole surface of a material shown in (h) of aforementioned drawing 1.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Now, in order to constitute the thin film magnetic head of an induction type from which high power is obtained, to make [many] the number of winding of a coil is needed. And the coil of said thin film magnetic head is formed with the spiral coil pattern by the thin film of an electrical conducting material in the limited space which should be used focusing on the connection section of a lower magnetic core and an up magnetic core for formation of a coil. Although the thin film coil formed with a coil pattern spiral as mentioned above can make coil resistance small when winding width of face of that is enlarged and is constituted, magnetic-path length serves as size and it reduces head efficiency. Moreover, resistance of a coil becomes large, although head efficiency will improve contrary to the above, if winding width of face of a coil is made small and constituted. By the way, although many properties of it differing according to the use of the thin film magnetic head needed by the thin film magnetic head are natural, even if it sees about the thin film magnetic head used for what use, the coil which has the number of winding from which the output signal of good S/N is obtained is needed.

[0014] For example, its attention came to be paid to the thin film magnetic head which is excellent in high-density record reproducing characteristics, the RF property, etc. about the aforementioned point although the highly efficient magnetic head which can fill many requests of realization of high-definition-izing of a record reproduction picture and high-density record reproduction etc. with VTR was needed. And in the magnetic head for VTR used as the rotation magnetic head, transmission and reception of a signal are performed through a rotation transformer between the electrical circuits prepared in the fixed portion of VTR. And through the aforementioned rotation transformer, the transmission characteristic of the signal of a low frequency band is made good, or it is needed for reducing a head impedance noise etc. that the coil of the aforementioned thin film magnetic head has low direct current resistance. However, generally compared with the coil which made the wire rod wind and constitute from a coil of the thin film magnetic head like the bulk head of common knowledge composition, the cross section becomes what has high resistance sharply small.

[0015] Then, a means which is indicated by JP,3-235211,A in order to form into low resistance the coil which consists of the former by the coil pattern by the thin film of an electrical conducting material focusing on the connection section of a lower magnetic core and an up magnetic core in the thin film magnetic head is also proposed. That is, it is the solution of making large coil width of face of the coil which consists of coil patterns by the thin film of said electrical conducting material toward the periphery section from the inner circumference section. By the way, in order to obtain the thin film magnetic head of the high efficiency made to be equipped with the coil of the predetermined number of winding, without changing magnetic-path length and to make the thin film coil of low resistance form utterly, the means generally adopted from the former was a thing of making a multilayer constitute a coil pattern with big coil width of face in the limited space where a coil should be wound.

[0016] That is, when coil with the much more predetermined number of winding is made to form in the space of a limited area around which a coil should be wound, since coil width of face becomes a narrow thing, the resistance of a coil becomes high with a natural thing. In order to obtain a coil with low resistance, when a coil with big coil width of face is made to form in a limited area on the other hand, only a coil with few winding is obtained. Then, on the other hand, constituting the thin film coil which has the big coil width of face which it has [width of face] the predetermined number of winding, and makes the coil of low resistance constitute in the state where it put upon multi-stage has also been performed as law. However, in making the coil which has the number of winding predetermined with low resistance by changing into the state where two or more thin film coils were put on multi-stage as mentioned above, and connecting the aforementioned thin film coil in series constitute, the number of manufacture processes increases with a natural thing, and

the yield of a product becomes bad.

[0017] Since the yield of the manufacture process of a thin film coil has big influence on the comprehensive yield of the thin film magnetic head so that it is not an overstatement, although especially the yield of the thin film magnetic head is dependent on the yield of the manufacture process of a thin film coil, the well-known photo lithography method, the vacuum forming-membranes method, etc. are applied, and the fall of the yield produced in case the thin film coil of two or more layers is made to repeat and form poses a serious problem. And as mentioned above, since it says that the yield in the manufacture process of a thin film coil influences greatly the comprehensive yield at the time of manufacture of the thin film magnetic head, if coil with the much more predetermined number of winding is made to go out by formation easily in the state of low resistance in the space of a limited area prepared to arrange a thin film coil, a big merit will be obtained.

[0018] And as everyone knows, since it is in inverse proportion to the cross section of the lead wire used for the composition of a coil, if it can constitute a coil with the big cross section of lead wire even if it makes a deep coil slot drill in a nonmagnetic inorganic insulating material thin film and coil width of face is small, even if the resistance of a coil is the coil of a configuration much more, it can also make a coil with low resistance. Then, also in the proposed thin film magnetic head explained with reference to drawing 1, it is required that the slot 13 prepared corresponding to the coil pattern in the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 and 13 — should be made deep enough, and the coil constituted by the electrical conducting material 14 with which the slot was filled up should be used as a coil with low resistance. Making the slot 13 for making the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 constitute a coil with the big cross section of lead wire as mentioned above and 13 — constitute efficiently is expected for the configuration of the slot formed into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 of etching to be good not to mention dry etching of the component of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 being carried out by the high etching rate by the reactive-ion-etching method.

[0019] As a nonmagnetic inorganic insulating material thin film suitable for the above conditions To the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which there is a nonmagnetic inorganic insulating material thin film which makes SiO₂ a principal component, and makes SiO₂ a principal component If dry etching by the reactive-ion-etching method is performed using the etching gas of fluorine systems, such as fluorocarbon The trench of a good configuration can be made to form in the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which makes a principal component SiO₂ used as a nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 in comparison for a short time. However, when the nonmagnetic inorganic insulating material which makes said SiO₂ a principal component forms it by the vacuum deposition or the sputtering method, big compressive stress which is said in ninth power the about dyne/square centimeter of 10 applied to the thin film after membrane formation 1-5 is added. Moreover, the coefficient of thermal expansion of SiO₂ is the seventh power of minus of 10 to apply 5-10, and this is a value small 1 or more figures compared with the coefficient of thermal expansion of the metal magnetic film generally used by the thin film magnetic head. In addition, what has a coefficient of thermal expansion near the coefficient of thermal expansion of a metal magnetic film from the former as a substrate of the thin film magnetic head is used.

[0020] then, other composition which constitutes the thin film magnetic head as a nonmagnetic inorganic insulating material thin film as mentioned above when the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which makes SiO₂ a principal component is used — since many problems, such as degradation of the magnetic properties of film exfoliation, a substrate crack, and a magnetic film, arose because of the difference with the compressive stress of a member, and the difference of a coefficient of thermal expansion, the solution to was searched for

[0021]

[Means for Solving the Problem] this invention on the substrate made from non-magnetic-material material A lower magnetic core and an up magnetic core, The middle magnetic core prepared in order to make the aforementioned upper part and the end section of both lower magnetic cores constitute a magnetic opening, The position of the joint magnetic path which connects the aforementioned upper part and the other end of both lower magnetic cores, and the aforementioned joint magnetic path is made into a winding center position. So that it may be in the state where it is prepared in the space circles which include the space between both the magnetic cores of said upper part and lower part at least at the state where the coil which has a predetermined coil pattern was laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film The nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which is equipped with a slot where the coil which has a predetermined coil pattern by filling up with conductor material is constituted in a nonmagnetic inorganic insulating material thin film, and makes SiO₂ a principal component, In the thin film magnetic head which nonmagnetic inorganic insulating material thin films other than an inorganic insulating material thin film nonmagnetic [for said coil laying under the ground] consisted of by carrying out a laminating As nonmagnetic inorganic insulating material thin films other than an inorganic insulating material thin film nonmagnetic [for said coil laying under the ground] Compared with the film internal stress of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which film internal stress described above, are small. Moreover, the etch rate at the time of the reactive ion etching by the etching gas of a fluorine system Compared with the etch rate of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes said SiO₂ a principal component, are small. and The thin film magnetic head characterized by constituting the thin film magnetic head from a coefficient of thermal expansion of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which the coefficient of thermal expansion described above using the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which shows

the value near the coefficient of thermal expansion of the substrate made from non-magnetic-material material is offered.

[0022]

[Function] As nonmagnetic inorganic insulating material thin films other than an inorganic insulating material thin film nonmagnetic [for coil laying under the ground] Compared with the film internal stress of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which film internal stress described above, are small. Moreover, the etch rate at the time of the reactive ion etching by the etching gas of a fluorine system Compared with the etch rate of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes said SiO₂ a principal component, are small. And by having used the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which shows the value near [coefficient of thermal expansion / of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which the coefficient of thermal expansion described above] the coefficient of thermal expansion of the substrate made from non-magnetic-material material All the nonmagnetic inorganic insulating material thin films used by the thin film magnetic head Even if compressive stress carries out ***** reduction and it passes through the process at the time of manufacture of the thin film magnetic head heated compared with the case where it considers as the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which makes SiO₂ a principal component, problems, such as degradation of the magnetic properties of film exfoliation, a substrate crack, and a magnetic film, do not arise.

[0023]

[Example] Hereafter, with reference to an accompanying drawing, the concrete contents of the thin film magnetic head of this invention are explained in detail. Drawing 1 and drawing 2 are drawings showing the manufacture process of the outline of the thin film magnetic head used for explanation of the thin film magnetic head of this invention. The thin film magnetic head of this invention on the substrate 1 made from magnetic-substance material The lower magnetic core 3, The middle magnetic core 10 prepared in order to make the end section of the up magnetic core 16 and both the magnetic cores 3 and 16 of the aforementioned upper part and the lower part constitute a magnetic opening, The joint magnetic path 11 which connects the aforementioned upper part and the other end of both the lower magnetic cores 3 and 16, The space between both the magnetic cores of said upper part and lower part to the space circles included at least by making the position of the aforementioned joint magnetic path 11 into a winding center position So that it may be in the state where it is prepared in the state where the coil 14 which has a predetermined coil pattern was laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 The nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 equipped with the slot 13 where the coil which has a predetermined coil pattern by filling up with conductor material is constituted in the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground, Nonmagnetic inorganic insulating material thin films 2, 9, 15, and 17 other than inorganic insulating material thin film 12 [nonmagnetic / for said coil laying under the ground] carry out a laminating like necessary, and are constituted. For example, it sets to the thin film magnetic head which is illustrated by the cross section of (i) of (h) and drawing 2 of drawing 1 . The nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 equipped with the slot 13 where the coil which has a predetermined coil pattern by filling up with said conductor material is constituted in the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground As nonmagnetic inorganic insulating material thin films 2, 9, 15, and 17 other than inorganic insulating material thin film 12 [nonmagnetic / for coil laying under the ground which described SiO₂ above, using the nonmagnetic inorganic insulating material thin film made into a principal component] Compared with the film internal stress of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which film internal stress described above, are small. Moreover, the etch rate at the time of the reactive ion etching by the etching gas of a fluorine system Compared with the etch rate of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground which makes said SiO₂ a principal component, are small. And it constitutes from a coefficient of thermal expansion of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which the coefficient of thermal expansion described above using the thin film (for example, thin film of aluminum 2O₃) of the nonmagnetic inorganic insulating material which shows the value near the coefficient of thermal expansion of the substrate made from non-magnetic-material material.

[0024] First, it is as follows when the case where the thin film magnetic head of this invention is produced as the thin film magnetic head of a composition mode as shown in (h) of drawing 1 is explained with reference to drawing 1 . It is the substrate made from a non-magnetic material (or substrate made from a nonmagnetic insulating material) for which 1 is used as a substrate of the thin film magnetic head in drawing 1 . as the substrate 1 made from the aforementioned non-magnetic material — the wafer (or the wafer of BaTiO₃ —) of CaTiO₃ or — or the wafer of aluminum2O₃-TiC material — [which a suitable material can choose from the other materials, and can be used — in addition the above-mentioned material also as a material of the substrate 1 made from a non-magnetic material in the thin film magnetic head of a composition mode as shown in (i) of drawing 2 can be used —] .

[0025] The substrate 1 shown in (a) of drawing 1 is a substrate made from a non-magnetic material like CaTiO₃. for example, the thin film of aluminum 2O₃ of 1 micrometer - 10 micrometers thickness is made to form as a nonmagnetic inorganic insulating material thin film 2 on the aforementioned substrate 1 using vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method As a component of the aforementioned thin film 2, selection use of the material suitable [from] among the nonmagnetic inorganic insulating materials of TiO₂ and ZrO₂ grade may be carried out besides

aluminum2O3**. Although the thin film of aluminum 2O3 is formed, when setting argon gas pressure of the membrane formation interior of a room to 5mm Torr, supplying 1kW power using a 5 inches target and forming membranes at a room temperature by the sputtering method, the compressive stress of the thin film of formed aluminum 2O3 was eighth power the dyne/square centimeter of 10 to apply three. Moreover, although the thin film of TiO2 is formed, when setting argon gas pressure of the membrane formation interior of a room to 15mm Torr, supplying 0.6kW power using a 6 inches target and forming membranes at a room temperature by the magnetron sputtering method, the compressive stress of the thin film of formed TiO2 was eighth power the dyne/square centimeter of 10 to apply seven.

[0026] On the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 2 which consists of a thin film of aluminum 2O3 which carried out like previous statement and was made to form on a substrate 1, the lower magnetic core 3 as shown by three in (a) of drawing 1 is formed as follows, for example. that is, vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, is applied, and a magnetic film is made to form first all over the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 2 which consists of a thin film of aluminum 2O3 described the front Said magnetic film uses magnetic materials, such as amorphous one of for example, Co system, and FeTaN, for example, is formed with the thing of 4 micrometers – 5 micrometers thickness. Next, a photoresist layer is made to form for example, by the spin coat method all over the aforementioned magnetic film. as the aforementioned photoresist and the photoresist currently used at each process mentioned later — Tokyo — Adaptation — OFPR-800 of make can be used

[0027] And the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer. After making the mask pattern of the configuration of the lower magnetic core 3 form by the photoresist layer through the exposure and the development to a photoresist layer Application of dry etching meanses, such as for example, ion beam milling, removes the portion which is not covered with the photoresist layer in the aforementioned magnetic film. On the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 2 which consists of a thin film of aluminum 2O3 made to form on a substrate 1, the lower magnetic core 3 is formed as shown in (a) of drawing 1 . In addition, (a) of drawing 1 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (b) of drawing 1 .

[0028] Next, a material while a plan is shown by (b) of drawing 1 , as drawing of longitudinal section indicated to be by (a) of drawing 1 is received. as a nonmagnetic inorganic insulating material — aluminum 2O3 — using — for example, a vacuum deposition method or the sputtering method (— pattern with a good step coverage — receiving — good — of a coverage — for example) The thin film of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of aluminum 2O3 is made to form as a thing of the thickness more than the thickness of said lower magnetic core 3 with vacuum membrane formation technology, such as the bias sputtering method for having impressed RF bias to the substrate. Subsequently, as the portion in the thin film of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of said aluminum 2O3 which is rising is ground and it is shown in (c) of drawing 1 The material in the state where it has exposed from the thin film 9 of the nonmagnetic inorganic insulating material which it is in the state laid underground into the thin film 9 of the nonmagnetic inorganic insulating material which the lower magnetic core 3 becomes from the thin film of aluminum 2O3, and the upper surface of the lower magnetic core 3 becomes from the thin film of aluminum 2O3 is obtained.

[0029] Next, use magnetic materials, such as amorphous one of for example, Co system, and FeTaN, for example, the magnetic film of 4 micrometers – 5 micrometers thickness is made to form all over the material shown in (c) of drawing 1 , and, subsequently a photoresist layer is made to form for example, by the spin coat method all over the aforementioned magnetic film. Apply the well-known photolithography method to the aforementioned photoresist layer, and exposure and a development are given to a photoresist layer. After making the mask pattern equipped with the configuration of the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 form by the photoresist layer The portion of the magnetic film which is not covered with the mask pattern by the aforementioned photoresist layer is removed with the application of dry etching meanses, such as for example, ion beam milling. The material in the state where the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 are formed in the ends of the lower magnetic core 3 of the aforementioned magnetic film is obtained.

[0030] Subsequently, using vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, by for example, the nonmagnetic inorganic insulating material which makes SiO2 a principal component After making the thin film of the thickness more than the thickness of said middle magnetic core 10 and joint magnetic path 11 form to the aforementioned material, the portion in the thin film of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes above SiO2 a principal component which is rising is ground. The middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 SiO2 in the state where it was laid underground into the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material made into a principal component And the upper surface of the upper surface of the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 obtains the material in the state where SiO2 is exposed from the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material made into a principal component, i.e., a material as shown in (d) of drawing 1 . In addition, (d) of drawing 1 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (e) of drawing 1 .

[0031] Next, while a plan is shown by (e) of drawing 1 , after making a photoresist layer form for example, by the spin coat method on the field of a material as drawing of longitudinal section indicated to be by (d) of drawing 1 , the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer, and the mask pattern which has a desired coil pattern is made to form by the photoresist layer through the exposure and the development to a photoresist layer. And dry etching by the reactive-ion-etching method is

performed, and said desired coil pattern, the corresponding slot 13, and 13 — are made to form using the mask pattern which has the coil pattern of the aforementioned request into the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes said SiO₂ a principal component.

[0032] It considers as a member, namely, the material in which the mask pattern which has the aforementioned coil pattern was prepared — etching — After laying on the electrode in a membrane formation room (vacuum envelope) and sealing a vacuum envelope After starting a vacuum pump and performing exhaust air operation in a vacuum envelope, etching gas (for example, etching gas of fluorine systems, such as fluorocarbon like CHF₃ and CHF₄) is introduced in a vacuum envelope from the container of the etching gas made into the source of etching gas. The pressure of the etching gas in a vacuum envelope is made proper, you make inter-electrode start supply of RF power from a RF generator, the plasma of the etching gas of fluorine systems, such as fluorocarbon, makes it generate, and the plasma of said CHF₃ gas performs dry etching by the reactive-ion-etching method to the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes a principal component SiO₂ in the etched member currently laid on the electrode. A slot 13 and 13 — are formed in the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes said SiO₂ a principal component by that cause as shown in (f) of drawing 1.

[0033] As it is the above, if the slot 13 of the predetermined depth and 13 — are constituted by the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes SiO₂ a principal component, etching operation currently performed within the vacuum envelope will be stopped, a material will be taken out out of a vacuum envelope, and the mask member by the photoresist layer left behind to the material will be removed. Subsequently, after making the thin film of an electrical conducting material, for example, copper, put with vacuum membrane-formation technology, it grinds all over the material in the state where of a slot be / under / nonmagnetic insulating material inorganic thin film / which makes said SiO₂ a principal component / 12 / correspondence] 13, and 13 — were prepared with a coil pattern so that it may be in the state where of the front face of a nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12, the front face of a middle magnetic core 10 and a joint magnetic path 11, etc. which make above A material as shown in (f) of drawing 1 which it changed into the state where the electrical conducting material 14 was filled up with the coil pattern in the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 which makes a principal component SiO₂ which this described above, the corresponding slot 13, and 13 — is obtained. In addition, (f) of drawing 1 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (g) of drawing 1.

[0034] Next, in order to make the magnetic opening section of magnetic predetermined opening length form in the front face of a material as shown in (f) of drawing 1 For example, vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, is used. After making the thin film 15 of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of aluminum 2O₃ constitute, vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, is applied on the field of the aforementioned material. All over the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 15 which consists of a thin film of said aluminum 2O₃, magnetic materials, such as amorphous one of for example, Co system and FeTaN, are used. For example, the magnetic film of 4 micrometers – 5 micrometers thickness is made to form, next a photoresist layer is made to form for example, by the spin coat method all over the aforementioned magnetic film.

[0035] And the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer. After making the mask pattern equipped with the configuration of the up magnetic core 16 form by the photoresist layer through the exposure and the development to a photoresist layer The portion which is not covered with the photoresist layer in the aforementioned magnetic film for example, by removing by application of dry etching meanses, such as ion beam milling On the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 15 which consists of a thin film of aluminum 2O₃, the up magnetic core 16 is formed as shown in (h) of drawing 1. Next, after making it be in the state where it was laid underground by the nonmagnetic inorganic insulating material which the up magnetic core 16 becomes from the thin film of aluminum 2O₃ with vacuum membrane formation technology, [for example,] In the state where it was laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 17 which the portion in the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of the aforementioned aluminum 2O₃ which is rising is ground, and the aforementioned up magnetic core 16 becomes from the thin film of aluminum 2O₃ And a material as shown in (h) of drawing 1 made into the state where it has exposed from the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 17 which the upper surface of the up magnetic core 16 becomes from the thin film of aluminum 2O₃ is obtained.

[0036] subsequently to the material of the state by which it is shown in (h) of drawing 1, membrane formation technology, photolithography technology, etching technology, etc. are applied, prepare the through hole section in the leader of a coil pattern, and the trailer of a coil pattern, form lead wire, or bonding putt is made to form, or the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which consists of a thin film of aluminum 2O₃ is made to form as a protective coat, and the thin film magnetic head is completed

[0037] Next, as the thin film magnetic head of a composition mode as shown in (i) of drawing 2, the case where the thin film magnetic head of this invention is produced is explained with reference to (a) – (i) of drawing 2. In each sequential process shown in (a) – (i) of drawing 2, since the content of explanation of (a) of drawing 2, (b), and a corresponding process is completely the same as the content of the process mentioned already with reference to (a) of drawing 1, and (b), the concrete description is omitted. It is shown in (a) of drawing 2, and (b), for example, on the nonmagnetic inorganic aluminum 2O₃ insulating material thin film 2 which was made to form on a substrate 1 made from a non-magnetic material like CaTiO₃ and which consists of a thin film of 3 For example, magnetic materials, such as amorphous one of Co system and

FeTaN, are used. For example, the material which has the lower magnetic core 3 made to form by the magnetic film of the request configuration of 4 micrometers – 5 micrometers thickness is received. The thin film of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of aluminum 2O3 is made to form as a thing of the thickness more than the thickness of said lower magnetic core 3 with vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, using aluminum 2O3 as a nonmagnetic inorganic insulating material.

[0038] Subsequently, as the portion in the thin film of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of said aluminum 2O3 which is rising is ground and it is shown in (c) of drawing 2 The material in the state of being in the position of deltaH is obtained from the front face of the thin film 9 of a nonmagnetic inorganic insulating material where it is in the state laid underground into the thin film 9 of the nonmagnetic inorganic insulating material which the lower magnetic core 3 becomes from the thin film of aluminum 2O3, and the upper surface of the lower magnetic core 3 consists of a thin film of aluminum 2O3. H in drawing is the thickness of the lower magnetic core 3.

[0039] Next, a photoresist layer is made to form in the upper surface of the material of the state by which it is shown in (c) of drawing 2 for example, by the spin coat method. Apply the well-known photolithography method to the aforementioned photoresist layer, and exposure and a development are given to a photoresist layer. After making the mask pattern equipped with the configuration of the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 form by the photoresist layer The portion of the thin film 9 of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of aluminum 2O3 which is not covered with the mask pattern by the aforementioned photoresist layer by Mr. Fukashi of deltaH from a front face For example, the material of the state by which it is shown in removal 9a and (d) of drawing 2 in the state where 9a Carry out, expose the lower magnetic core 3 into the portion, and the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 are formed of the magnetic film of **, with the application of dry etching meanses, such as ion beam milling, is obtained.

[0040] Next, use magnetic materials, such as amorphous one of for example, Co system, and FeTaN, for example, the magnetic film of 4 micrometers – 5 micrometers thickness is made to form all over the material shown in (d) of drawing 2 , and, subsequently a photoresist layer is made to form for example, by the spin coat method all over the aforementioned magnetic film. Apply the well-known photolithography method to the aforementioned photoresist layer, and exposure and a development are given to a photoresist layer. After making the mask pattern equipped with the configuration of the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 form by the photoresist layer The portion of the magnetic film by the aforementioned photoresist layer by which mask pattern ***** is not carried out is removed with the application of dry etching meanses, such as for example, ion beam milling. The material in the state where the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 are formed in the ends of the lower magnetic core 3 of the aforementioned magnetic film is obtained.

[0041] Subsequently, using vacuum membrane formation technology, such as a vacuum deposition method or the sputtering method, by for example, the nonmagnetic inorganic insulating material which makes SiO2 a principal component After making the thin film of the thickness more than the thickness of said middle magnetic core 10 and joint magnetic path 11 form to the aforementioned material, the portion in the thin film of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes above SiO2 a principal component which is rising is ground. The middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 SiO2 in the state where it was laid underground into the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material made into a principal component And the upper surface of the upper surface of the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11 obtains the material in the state where SiO2 is exposed from the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material made into a principal component, i.e., a material as shown in (e) of drawing 2 . In addition, (e) of drawing 2 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (f) of drawing 2 .

[0042] Next, while a plan is shown by (f) of drawing 2 , after making a photoresist layer form for example, by the spin coat method on the field of a material as drawing of longitudinal section indicated to be by (e) of drawing 2 , the well-known photolithography method is applied to the aforementioned photoresist layer, and the mask pattern which has a desired coil pattern is made to form by the photoresist layer through the exposure and the development to a photoresist layer. And dry etching which used the etching gas of fluorine systems, such as fluorocarbon, by the reactive-ion-etching method is performed, and said desired coil pattern, the corresponding slot 13, and 13 — are made to form using the mask pattern which has the coil pattern of the aforementioned request into the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes said SiO2 a principal component. A slot 13 and 13 — are formed in the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes said SiO2 a principal component by that cause as shown in (g) of drawing 2 .

[0043] As opposed to the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which uses the etching gas of fluorine systems, such as said fluorocarbon, and makes SiO2 a principal component Although etching operation to the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes SiO2 a principal component by the early etch rate can be performed when performing dry etching by the reactive-ion-etching method As opposed to the thin film 9 of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of aluminum 2O3 prepared by the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes said SiO2 a principal component touching caudad Since etching at an early speed is not performed, in manufacturing the thin film magnetic head according to the manufacture process of the thin film magnetic head described with reference to 2 views A setup of the conditions of the dry etching by the reactive-ion-etching method in the case of making said desired coil pattern, the

corresponding, predetermined slot 13, and 13 — form into the thin film 12 of the nonmagnetic inorganic insulating material which makes SiO₂ a principal component becomes easy.

[0044] After removing the mask member by the photoresist layer left behind to the material All over the material in the state where the slot [be / under / nonmagnetic insulating material inorganic thin film / which makes said SiO₂ a principal component / 12 / correspondence / it] 13, and 13 — were prepared with the coil pattern It grinds so that it may be in the state where a front face of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12, a front face of the middle magnetic core 10 and the joint magnetic path 11, etc. which make above SiO₂ a principal component are exposed after making the thin film of an electrical conducting material, for example, copper, put with vacuum membrane formation technology. A material as shown in (g) of drawing 2 which it changed into the state where the electrical conducting material 14 was filled up with the coil pattern in the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 which makes said SiO₂ a principal component, the corresponding slot 13, and 13 — is obtained. In addition, (g) of drawing 2 is drawing of longitudinal section in the A-A line position in the plan shown by (h) of drawing 2.

[0045] next, make the thin film 15 of the nonmagnetic inorganic insulating material which consists of a thin film of aluminum 2O3 for making the magnetic opening section of magnetic predetermined opening length form in the front face of a material as shown in (g) of drawing 2 constitute, or On the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 15 which consists of a thin film of said aluminum 2O3 Obtain a material as will be in the state where it was laid underground by the nonmagnetic inorganic insulating material which the up magnetic core 16 becomes from the thin film of aluminum 2O3 and shown in (i) of drawing 2, or [making the up magnetic core 16 form] As opposed to a material as shown in (i) of drawing 2 Membrane formation technology and photolithography technology, Etching technology etc. is applied. prepare the through hole section in the leader of a coil pattern, and the trailer of a coil pattern, or The point of making the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which, and is made forming bonding putt or consists of a thin film of aluminum 2O3 forming as a protective coat, and making it complete the thin film magnetic head is the same as the place mentioned already about the process after (h) of drawing 1. [a thin film] [forming lead wire]

[0046] So that clearly from old explanation the thin film magnetic head of this invention The middle magnetic core 10 prepared in order to make the end section of the lower magnetic core 3 and the up magnetic core 16 which are countered and arranged constitute a magnetic opening, The joint magnetic path 11 which connects the aforementioned upper part and the other end of both the lower magnetic cores 3 and 16, Both the magnetic cores 3 of said upper part and lower part, and the space between 16 to the space circles included at least by making the position of the aforementioned joint magnetic path 11 into a winding center position So that it may be in the state where it is prepared in the state where the coil 14 which has a predetermined coil pattern was laid underground into the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 By using the nonmagnetic inorganic insulating material which makes SiO₂ a principal component as a material of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground in which the slot 13 where it fills up with conductor material should be established The slot 13 which should be established in said nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground by application of the reactive-ion-etching means by the etching gas of fluorine systems, such as fluorocarbon, by the early etch rate and as nonmagnetic inorganic insulating material thin films 2, 9, 15, and 17 other than inorganic insulating material thin film 12 [nonmagnetic / for coil laying under the ground which could form the slot of the shape of a good quirk easily, and was described above] Compared with ninth power the dyne/square centimeter of 10 which the nonmagnetic inorganic insulating material which makes a principal component SiO₂ used for said nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground applies film internal stress 1-5, it has small film internal stress (eighth power the dyne/(square centimeter) of 10 applied three). Moreover, the etch rate at the time of the reactive ion etching by the etching gas of fluorine systems, such as fluorocarbon Compared with the etch rate of the nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground which makes said SiO₂ a principal component, are small like about 1/10. The nonmagnetic inorganic insulating material thin film 12 for coil laying under the ground which makes a principal component SiO₂ which the coefficient of thermal expansion described above coefficient-of-thermal-expansion 5-10 and rather than the value of the seventh power of minus of 10 to apply The coefficient of thermal expansion near the value of the seventh power of minus of the substrate made from non-magnetic-material material (ceramic substrate) of 10 applied coefficient-of-thermal-expansion 100 value 40-60 by having used aluminum 2O3 which shows the seventh power of minus of 10 to apply Even if it passes through the process at the time of manufacture of the thin film magnetic head heated, problems, such as degradation of the magnetic properties of film ablation, a substrate crack, and a magnetic film, can be prevented from being generated.

[0047] Moreover, the following advantages are also acquired when aluminum 2O3 is used on the occasion of operation of the thin film magnetic head of this invention as a component of nonmagnetic inorganic insulating material thin films 2, 9, 15, and 17 other than inorganic insulating material thin film 12 [nonmagnetic / for coil laying under the ground]. That is, to form the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which covers the magnetic film of the thin film magnetic head in the state good also about the level difference portion of a magnetic film is needed. Then, making the state where the level difference portion of a magnetic film was also covered with the nonmagnetic inorganic insulating material thin film good constitute using the bias sputtering method with a good step coverage is performed. By the way, if a thin film is made to form with the application of the bias sputtering method, generally membrane stress will increase. However, as for the thin film of aluminum 2O3 made to form using the bias sputtering method, it is possible to make it form as a thin film of low membrane stress. Moreover, when the thin film magnetic head is used as a thin film head

for fixed-disk driving gears (HDD) since the thin film of aluminum 2O3 is excellent also in the mechanical property for example, the result also with a good contact start stop (CSS) examination is obtained.

[0048]

[Effect of the Invention] So that clearly from the place explained in detail as mentioned above, in the thin film magnetic head of this invention All the nonmagnetic inorganic insulating material thin films used by the thin film magnetic head Even if compressive stress carries out ***** reduction and it passes through the process at the time of manufacture of the thin film magnetic head heated compared with the case where it considers as the nonmagnetic inorganic insulating material thin film which makes SiO2 a principal component Since distortion generated according to the difference of heat expansion with the substrate at the time of an elevated temperature and an insulator layer also becomes small The permeability of the magnetic circuit of the thin film magnetic head improves more than by 10% (setting to 10MHz), and becomes that there are no defects, such as insulator layer ablation conventionally generated at the time of heat treatment by 600-degree Centigrade, a substrate crack, and a crack, and it was able to avoid also producing problems, such as degradation of the magnetic properties of a magnetic film.

[Translation done.]